

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 48 (1986)
Heft: 3

Artikel: Feldverluste bei der Futterernte
Autor: Höhn, Edwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081725>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Februar 1986 285

Feldverluste bei der Futterernte

Edwin Höhn

Die Feldverluste haben drei Hauptursachen:

- **Der Pflanzenbestand.** Je krauter- und leguminosenreicher er ist, umso schwieriger ist die Feldtrocknung und umso grösser sind die Verluste. Die Gräser sind problemloser, ihr Nährstoffgehalt ist indessen grösseren Veränderungen unterworfen und die Ernte dadurch mehr zeitgebunden.
- **Die Witterung.** Wenn sie nicht mitspielt, erhöhen sich die Atmungsverluste und im Extremfall entstehen Auswaschverluste, verbunden mit einer Wertverminderung des Futters.
- **Mechanische oder Bröckelverluste.** Sie bilden die grösste Fraktion. Bedingt durch die Erntemethoden (Maschineneinsatz) beginnen sie schon bei der Anwelksilage.
- Mit zunehmendem Trockensubstanzgehalt (TS) steigen sie erwartungsgemäss an und erreichen bei Bodenheu (80% TS) durchschnittlich 360 kg TS/ha. Diesen Angaben liegen sehr gute Bedingungen – eineinhalb- bis zweieinhalbtägige Trock-

nungsperioden ohne Niederschläge – zugrunde. In Versuchen mit Schlechtwettereinbrüchen und extremen Pflanzenbeständen wurde das Dreifache gemessen. Unsere Zahlen decken sich mit denjenigen deutscher und schwedischer Untersuchungen.

- Die Feldverluste sind weitgehend ertragsunabhängig. Prozentual nehmen sie mit steigendem Ertrag ab.

- Die verlorenen Pflanzenteile sind in jedem Fall protein- und energiereicher als das Futter im Ladewagen.

- Ebenso besteht eine gesicherte, negative Beziehung zwischen Verlusthöhe und Rohaschegehalt. Mit andern Worten: Verlustarm einbringen zu wollen, bedeutet zwangsläufig mehr erdige Verunreinigungen im Futter (Abb. 1).



Abb. 1: Tief eingestellte Maschinen vermindern zwar die Verluste, führen aber unweigerlich zu verschmutztem Futter.

Dank intensiver Arbeiten der Forschungsanstalten und anderer Organisationen ist es im Laufe des vergangenen Jahrzehnts gelungen, die Erträge im Futterbau quantitativ und qualitativ beträchtlich zu steigern und den Anforderungen der Hochleistungstiere anzupassen. Die Futtererntemethoden haben mit der Entwicklung nur teilweise Schritt gehalten. Zugegeben, es ist gelungen, die Schlagkraft der herkömmlichen Methoden gewaltig zu steigern und viel mühsame Handarbeit zu eliminieren; das Verlustproblem dagegen ist noch heute keineswegs gelöst. Nach vorsichtiger Schätzung gehen der schweizerischen Landwirtschaft alljährlich rund 0,15 Mio. Tonnen Trockensubstanz durch Feldverluste verloren.

Die vorliegende Arbeit befasst sich nur mit den Gesamtverlusten, verursacht durch Wittringseinflüsse, Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, Atmung und Abbröckelung. Wie weit die eingesetzten Maschinen einzeln für die Ertragseinbuße verantwortlich sind, ist das Thema einer späteren Untersuchung.

Einfluss des Pflanzenbestandes auf die Verluste

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Gräser im allgemeinen



Abb. 2: Löwenzahn – und auch andere Kräuter – eignen sich schlecht zum Trocknen. Ihr hoher Nährstoffgehalt kommt nur frisch verfüttert den Tieren verlustarm zu.

problemlos und relativ gleichmäßig abtrocknen. Mechanischer Bearbeitung widerstehen sie recht gut. Anders die Kräuter und Leguminosen. Ihr ungünstiges Blatt/Stengel-Verhältnis macht die Trocknung schwierig. Aufbereitungswerzeuge sind ihnen leicht zu aggressiv (Abb. 2). Dafür sind einige der verbreiteten Kräuter «nutzungselastischer»; das heißt ihr guter Nährstoffgehalt bleibt über eine längere Zeit annähernd konstant (Tab. 1). Handelsmischungen enthalten je nach Nutzungsdauer einen Gräseranteil von 60–70%. In Naturwiesen ist ein ähnliches Verhältnis anzustreben.

Atmungsverluste

Jede grüne Pflanze ist ein Lebewesen, das für die Abwicklung der Lebensprozesse Nährstoffe braucht. Die Lebensprozesse gehen auch nach dem Schnitt der Pflanze weiter, bis die Zellen abgestorben sind. Während dieser Zeitspanne werden eingelagerte Nährstoffe, vor allem wasserlösliche Kohlehydrate wie Zucker, abgebaut und verbraucht. Sind die Zucker veratmet, geht der Abbau auf stickstoffhaltige Substanzen über. Der Zelltod tritt ein, wenn

Tabelle 1: Veränderung des Nährstoffgehaltes in der TS von Bärenklau und Knaulgras während der Schnittreife. Standort: Studen SZ, 900 m ü.M.

| Datum | Rohfaser | | Rohprotein | | Energie | | Verdaulichkeit der organischen Substanz | |
|---------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------|-----------|
| | Bärenklau | Knaulgras | Bärenklau | Knaulgras | Bärenklau | Knaulgras | Bärenklau | Knaulgras |
| 30.5.84 | 10,3% | | 21,6% | | 6,5 MJ | | 76,7% | |
| 14.6.84 | | 30,9% | | 11,9% | | 5,5 MJ | | 65,6% |
| 22.6.84 | 14,7% | 37,7% | 18,1% | 8,8% | 6,4 MJ | 4,5 MJ | 77,7% | 54,3% |

die Pflanze ungefähr 60% TS aufweist. Je schneller diese Schwelle nach dem Schnitt erreicht ist, umso kleiner sind die zu erwartenden Atmungsverluste. Diese Aussage ist jedoch relativ. Gute Trocknungsbedingungen wie hohe Temperaturen erhöhen zugleich die Atmungsintensität. Über die Höhe der Atmungsverluste sind wir auf Angaben aus der Literatur angewiesen. Je nach Trocknungsbedingungen können sie zwischen 1 und 10% betragen (Abb. 3). Bei einigermassen gutem Heuwetter dürften sie 4% kaum übersteigen.

Atmungsverluste tief halten heißt für den Praktiker:

- Konzentration der Ernte auf sichere Wetterlagen,
- Förderung der Trocknung durch Bearbeitung am Schnitttag,
- Einsatz eines Aufbereiters. Damit wird die Trocknungszeit um rund 30% verkürzt.

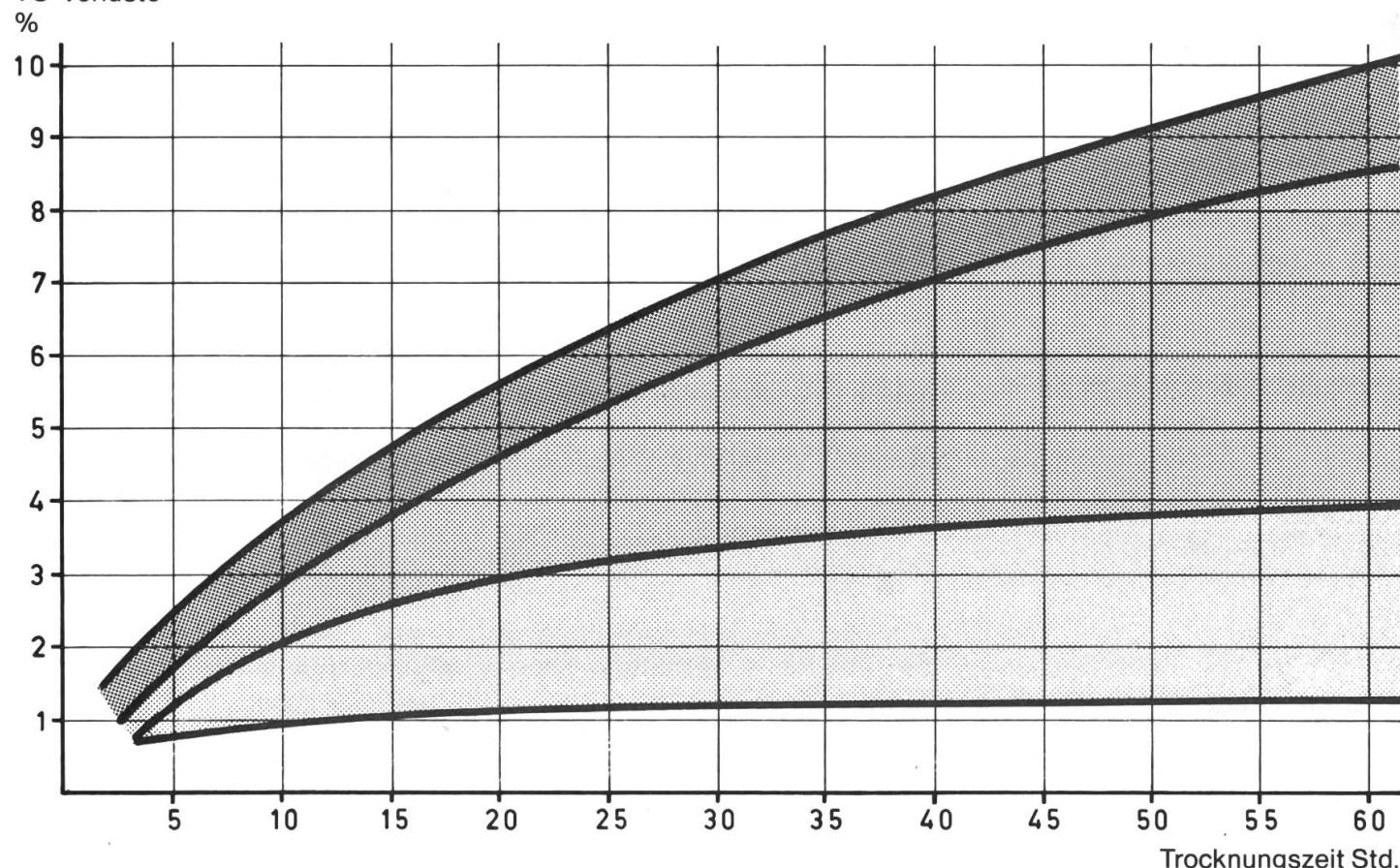
cher Regenmenge Auswaschverluste eintreten, ist schwierig zu sagen. Ein kurzes heftiges Gewitter ist zweifellos harmloser als ein tagelanger Landregen. Überdies sind die Auswaschverluste bei gleicher Regenmenge umso höher, je weiter der Trocknungsprozess bei Eintritt des Regenwetters fortgeschritten ist. Noch grünes Futter ist weniger empfindlich als stark angetrocknetes.

Über das mögliche Ausmass der Auswaschungsverluste geben die folgenden Zahlen aus dem erwähnten Versuch in Studien SZ einige Anhaltspunkte. (Pflanzenbestand: 35% Gräser, 65% Kräuter. Abnahme der

Auswaschverluste

Bei Niederschlägen während der Trocknungszeit werden leichtlösliche Stoffe im Futter gelöst und mit dem Regenwasser ausgeschwemmt. Bei wel-

TS-Verluste



Trocknungsbedingungen:

sehr gut

gut

ungünstig

Abb. 3: Atmungsverluste ausgedrückt als Trockensubstanzverluste (nach Fleischmann, Gordon, Holdron und Derbyshire).

| | 1. Aufwuchs | 2. Aufwuchs |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| Trocknungszeit | 6 Tage | 3 Tage |
| Niederschlag | 42 mm | — |
| Veränderung Rohprotein | -11,7% | -10,3% |
| Rohfaser | +33,7% | +20,7% |
| NEL | -17,9% | - 3,3% |

leicht löslichen Stoffe führen zu einer relativen Zunahme der nichtlöslichen Rohfaser).

Es ist anzunehmen, obschon in diesen Versuchen nicht speziell untersucht, dass mit der Nährstoffauswaschung gleichzeitig eine Verarmung an Aromastoffen einhergeht und sich zugleich – begünstigt durch die langsame Trocknung – Schimmelpilze auf dem Futter ansiedeln. Jedem Landwirt ist die Tatsache bekannt, dass verregnetes Futter nur ungern und damit in ungenügenden Mengen gefressen wird.

Bröckel- oder mechanische Verluste

Mit zunehmendem Abtrocknungsgrad bröckeln zarte Pflanzenteile ab. Je feiner und krautiger das Futter ist und je öfter das Futter bearbeitet werden muss, umso leichter ist dies der Fall. Meistens sind die Teile so klein, dass sie von keinem Pickup mehr erfasst werden können, trotzdem sie unter Umständen in beträchtlichen Mengen auf dem Boden liegen. In der Praxis schwanken die Bröckelverluste von sehr niedrig bis sehr hoch; es ist darum schwierig, sie quantitativ exakt zu erfassen und zwischen den Werten eine Beziehung zu finden.

An der FAT werden zwei Methoden zur Verlustbestimmung angewandt:

sie nur anwendbar, wenn zwischen Schnitt und Ernte kein Niederschlag fällt. Überdies ist es kaum möglich, alle vorher entstandenen Verluste beim Saugen wieder einzusammeln. Aus diesen Gründen sind die Resultate durchwegs zu positiv.

Höhe der mechanischen Verluste

Die Messungen wurden fast ausnahmslos in Naturwiesen durchgeführt (Bestimmungen in Leguminosen sind vorgesehen). Es handelt sich um Gesamtverluste. In einem Drittel der Fälle wurde das Futter beim Schnitt aufbereitet. Die Zahl der Bearbeitungen vor dem Schwaden schwankte zwischen einer beim Silieren, drei für Belüftungsheu und vier bis fünf für Bodenheu. Diese verschiedenen Ausgangslagen haben die Auswertung erschwert. Wie eingangs erwähnt, wird in einer späteren Arbeit separat untersucht, wie



Abb. 4: Die Verlustbestimmung durch Wiegen des Ertrages beim Schnitt und beim Einführen ist sehr arbeitsaufwendig.

weit die einzelnen Maschinen und Bearbeitungen die Höhe der Verluste beeinflussen.

Bei den Messungen wurde zwischen Aufnahmeverlusten und Bröckelverlusten unterschieden. Die ersten wurden mit einem Handrechen mit Zinkenabstand von 6 cm gesammelt. Sie hätten aufgrund ihrer Länge, wenigstens theoretisch, von der Schwadmaschine oder vom Ladewagen erfasst werden können. Die Bröckelverluste wurden auf den gleichen, vorher gerechten Streifen, anschliessend aufgesaugt. Während die Bröckelverluste mit zunehmendem Abtrocknungsgrad ansteigen, sinken die Aufnahmeverluste bis zum Erreichen des Belüftungsstadiums leicht ab.

Silieren (30–50% TS)

Entgegen der bisherigen Annahme entstehen schon beim angewelkten Futter namhafte Verluste von durchschnittlich 230 kg TS/ha. Die Aufnahm- und Bröckelverluste sind mit 110 bzw. 120 kg fast zu gleichen Teilen daran beteiligt. Die Höhe bleibt über den ganzen TS-Bereich konstant. Daraus lässt sich schliessen, dass die Verluste mehr der Erntemethode als dem Pflanzenbestand angelastet werden müssen.

Belüftungs- und Bodenheu (55–85% TS)

Abb. 5 bestätigt die Erwartung, wonach die Verluste mit zunehmendem TS-Gehalt des Futters ansteigen. Gesamthaft bleiben demnach unter **günstigen Be-**

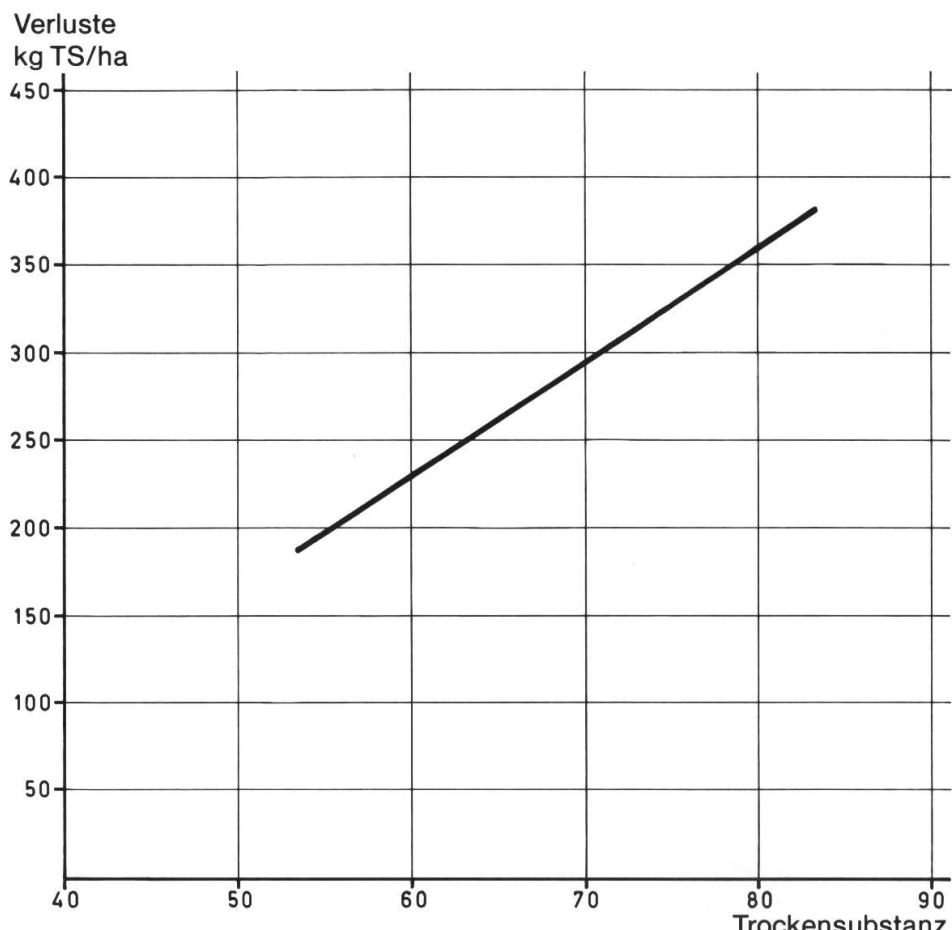


Abb. 5: Aufnahme- und Bröckelverluste bei Dürrfutter. Mittel aus 40 Messungen, Streuung 120–540 kg TS/ha. Ausgangsmaterial: Naturwiesen.

dingungen bei 60% TS (Belüftungsheu) im Durchschnitt 230 kg, bei trockenem Bodenheu von 80% TS dagegen 360 kg TS auf dem Feld liegen. Anders ausgedrückt: Bei drei Schnitten pro Jahr geht auf drei Hektaren der Winterbedarf für eine GVE

verloren ($3 \times 3 \times 300 \text{ kg} = 2700 \text{ kg TS}$).

Es wäre aber verfehlt, durch extremes Einstellen der Schwad- und Aufsammelmaschinen auch den letzten Halm retten zu wollen. Mit den heute zur Verfügung stehenden Möglichkeiten wird

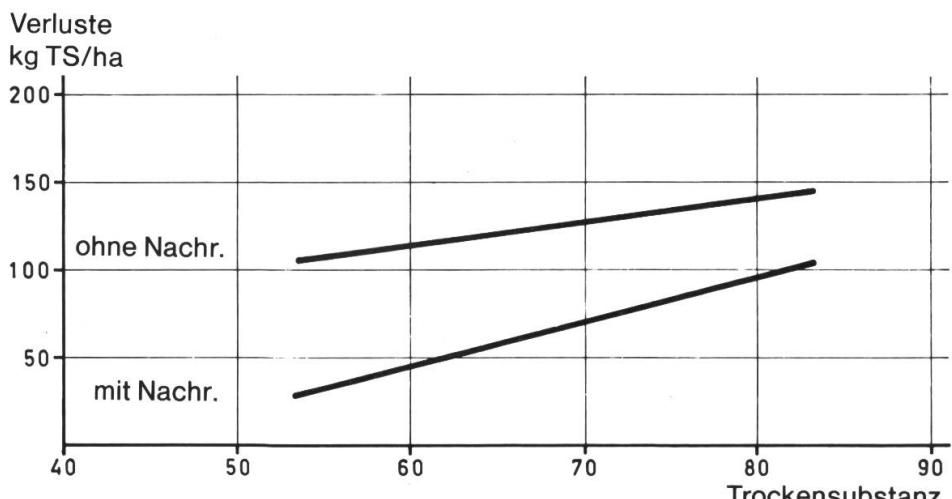


Abb. 6: Aufnahmeverluste mit und ohne Nachrechnen mit Schlepperchen.



Abb. 7: Durch richtige Maschinenwahl und -einstellung kann man sich diese Arbeit ersparen.

das nie gelingen – im Gegenteil. Mit abnehmenden Verlusten stellten wir eine eindeutige Zunahme an erdigen Verunreinigungen fest.

In der Praxis ist das Nachrechnen mit Schlepprechen noch verbreitet. Lohnt sich diese Arbeit tatsächlich oder ist sie nur ein alter Zopf? Gemäss Abb. 6 beträgt die Differenz der Aufnahmeverluste zwischen gerechten und ungerechten Parzellen 40–70 kg TS/ha, im Mittel rund 50 kg oder 75 kg Heu. Bei einer angenommenen Rechleistung von 50 a/Std. und einem Heupreis von Fr. 35.– (lose) ist der Arbeitsaufwand knapp gedeckt. Durch sorgfältigere Maschineneinstellung wäre es aber unter Umständen möglich, das Nachrechnen ganz zu umgehen (Abb. 7).

Nährstoffverluste

Analysenauswertungen haben folgende Resultate ergeben:

- Der Gehalt an beiden Nährstoffen nimmt in den Bröckelverlusten mit steigendem TS-Gehalt tendenzmäßig zu; gleichzeitig stellt man bei Proben aus den Schwaden eine Abnahme fest.

Diese Ergebnisse sind logisch. Es sind die wertvollen, nährstoffreichen Teile, welche abbröckeln. Je trockener das Futter ist, umso eher ist dies der Fall, und je weniger davon im Futter zu finden sind, umso mehr müssen als Verluste auf dem Boden liegen.

Alarmierend werden die Einbußen, wenn sich TS- und Nährstoffverluste summieren. Dies kann in extremen zum Beispiel kräuterreichen Beständen der Fall sein, die leicht abbröckeln, und wenn die Trocknung zugleich durch Schlechtwettereinbrüche verzögert wird (Abb. 8).

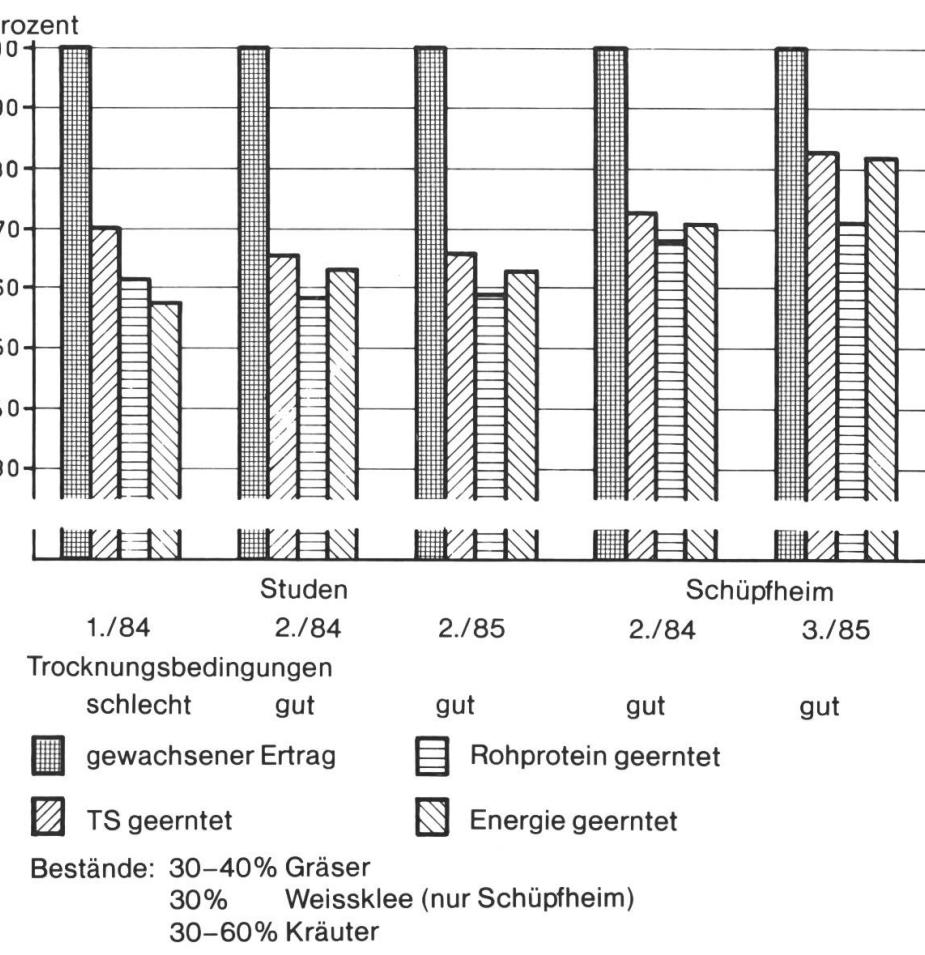


Abb. 8: Geernteter Ertrag in Prozent des gewachsenen Ertrages.

Ernteverluste können vermindert werden

Mit den heutigen Erntemethoden sind Verluste fast unvermeidbar, und es ist nicht anzunehmen, dass sich die Dürrfutterernte in naher Zukunft grundlegend ändern wird. Durch geeignete Massnahmen gilt es darum, nicht nur die Auswirkungen, sondern viel mehr die Ursachen der Verluste zu bekämpfen. Eine Reihe von Vorkehrungen stehen dazu zur Verfügung. Die meisten sind längst Allgemeingut, wenn auch nicht auf jedem Betrieb anwendbar:

- Verunkrautete, lückige Bestände verbessern, Kahlstellen, zum Beispiel unter Blakken, sind Verlustquellen.

- Ein günstiges Gräser-, Klee-, Kräuterverhältnis anstreben. Durch angepasste Düngung, Nutzung und eventuelle Über-saat lassen sich ohne grossen finanziellen und technischen Aufwand beachtliche Erfolge erzielen.
- Wenn möglich im Frühjahr weiden oder silieren. Damit erhöht sich die Chance, den Rest des ersten Aufwuchses im günstigsten Zeitpunkt ernnten zu können.
- Schönwetterperioden gut ausnützen, das heisst am Anfang einer sicheren Periode grosse Flächen mähen.
- Abtrocknungsfördernde Maschinen einsetzen. Aufbereiter und Heubelüftung zusammen vermögen die Trock-

nungszeit auf dem Feld auf eineinhalb, in Ausnahmefällen auf einen Tag zu verkürzen.

- Alle auf dem Feld arbeitenden Maschinen wiederum sind selber Verlustquellen, deshalb ist ihrem schonenden Einsatz und der korrekten Einstellung volle Aufmerksamkeit zu schenken.
- Im Ausland, vor allem in Meeresnähe, wo die Feldtrocknung problematischer als in unserem Land ist, setzt man grosse Hoffnungen auf chemische Konservierungsmittel für Heu. Abgesehen davon, dass ihre Anwendung weder wirtschaftlich noch technisch gelöst ist, sollten vor ihrem Einsatz alle andern Ausweichmöglichkeiten ausgeschöpft werden.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden.

| | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ZH | Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen | Tel. 052 - 25 31 24 |
| BE | Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich | Tel. 033 - 54 11 67 |
| | Herrenschwand Willy, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins | Tel. 032 - 83 32 32 |
| | Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal | Tel. 063 - 22 30 33 |
| | Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau | Tel. 035 - 2 42 66 |
| | Marti Fritz, Landw. Schule Rütti, 3052 Zollikofen | Tel. 031 - 57 31 41 |
| | Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis | Tel. 033 - 57 11 16 |
| LU | Moser Anton, Landw. Schule Schüpfeheim, 6170 Schüpfeheim | Tel. 041 - 76 15 91 |
| | Schäli Ueli, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau | Tel. 045 - 81 33 18 |
| | Wandeler Erwin, Bühlstrasse, 6207 Nottwil | Tel. 045 - 54 14 03 |
| | Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain | Tel. 041 - 88 20 22 |
| UR | Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen | Tel. 044 - 2 15 36 |
| SZ | Fuchs Albin, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon | Tel. 055 - 48 33 45 |
| OW | Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil | Tel. 041 - 68 16 16 |
| NW | Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans | Tel. 041 - 63 11 22 |
| ZG | Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham | Tel. 042 - 36 46 46 |
| FR | Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux | Tel. 037 - 82 11 61 |
| SO | Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz | Tel. 065 - 22 93 42 |
| BL | Langel Fritz, Feldhof, 4302 Augst | Tel. 061 - 83 28 88 |
| | Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 4461 Anwil | Tel. 061 - 99 05 10 |
| SH | Hauser Peter, Landw. Schule Charlottenfels, 8212 Neuhausen a. Rh. | Tel. 053 - 2 33 21 |
| AI | Hörler Hansjürg, Loretto, 9108 Gonten | Tel. 071 - 89 14 52 |
| AR | Berger Daniel, Werdeweg 10, 9053 Teufen | Tel. 071 - 33 26 33 |
| SG | Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez | Tel. 085 - 7 58 88 |
| | Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil | Tel. 071 - 83 16 70 |
| | Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil | Tel. 071 - 83 16 70 |
| GR | Stoffel Werner, 7430 Thusis | Tel. 081 - 81 17 39 |
| AG | Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen | Tel. 064 - 31 52 52 |
| TG | Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach, | Tel. 072 - 64 22 44 |
| TI | Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, | Tel. 092 - 24 35 53 |
| | Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8307 Lindau | Tel. 052 - 33 19 21 |

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 35.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.